

528,395
10/528395

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
8 avril 2004 (08.04.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/029638 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :

G01R 27/26

SUPERIEURE DE CACHAN [FR/FR]; 61, avenue du
Président Wilson, F-94235 Cachan Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2003/002729

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : CIMA, Li-
onel [FR/FR]; 11, Bâtiment D, Allée d'Honneur, F-92330
Sceaux (FR). LABOURE, Eric [FR/FR]; Bâtiment D, 26,
rue de Verdun, F-94230 Cachan (FR).

(22) Date de dépôt international :

16 septembre 2003 (16.09.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(74) Mandataires : BURBAUD, Eric etc.; Cabinet Plasseraud,
65/67 rue de la Victoire, F-75440 Paris Cedex 09 (FR).

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/11990 27 septembre 2002 (27.09.2002) FR

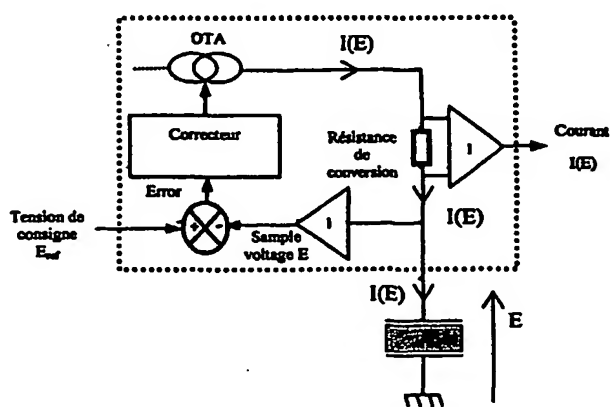
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCI-
ENTIFIQUE-CNR S [FR/FR]; 3, rue Michel Ange,
F-75794 Paris Cedex 16 (FR). ECOLE NORMALE

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CHARACTERIZING FERROELECTRIC MATERIALS

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF POUR CARACTERISER DES MATERIAUX FERROELECTRIQUES



CORRECTEUR = CORRECTOR
TENSION DE CONSIGNE = SET-POINT VOLTAGE
RÉSISTANCE DE CONVERSION = CONVERSION RESISTANCE
COURANT = CURRENT
NOTHING ELSE TO TRANSLATE INTO ENGLISH

(57) Abstract: The invention relates to a method for characterizing a ferroelectric material, comprising application of an electric voltage to a sample of said ferroelectric material, measuring the electric current flowing through said sample, and joint treatment of the applied voltage signal and the measured current signal in order to provide representative data characterizing the polarization of the ferroelectric material. The method also includes controlling the applied electric voltage in such a way that superposition can be performed for a first current component having a large signal amplitude at a first frequency and a second current component having a second small signal amplitude at a second frequency which is much greater than the first frequency, and identifying the characteristics of the ferromagnetic material respectively associated with locally reversible polarization effects and locally irreversible polarization effects. The invention can be used for scientific instrumentation equipment and in material production lines.

(57) Abrégé : Procédé pour caractériser un matériau ferro-
électrique, comprenant une application d'une tension élec-

trique sur un échantillon de ce matériau ferroélectrique, une mesure du courant électrique traversant cet échantillon, et un traitement conjoint d'un signal de tension appliquée et d'un signal de courant mesuré, pour fournir des données représentatives de caractérisation de polarisation du matériau ferroélectrique. Ce procédé comprend en outre un asservissement de la tension électrique appliquée, de façon à produire en superposition une première composante de courant à une première amplitude dite « grands signaux » à une première fréquence et une seconde composante de courant à une seconde amplitude dite « petits signaux » et à une seconde fréquence très supérieure à la première fréquence ; et une identification de caractéristiques du matériau ferromagnétique associés respectivement à des effets de polarisation localement réversibles et à des effets de polarisation localement irréversibles. Utilisation pour des équipements d'instrumentation scientifique et dans des lignes d'élaboration de matériaux.

WO 2004/029638 A1



(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

- *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

- *avec rapport de recherche internationale*
— *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Procédé et dispositif pour caractériser des matériaux ferroélectriques

La présente invention concerne un procédé pour caractériser des matériaux ferroélectriques. Elle vise également un dispositif mettant en œuvre ce procédé.

Les matériaux ferroélectriques sont caractérisés par les cycles d'hystérésis de la densité volumique de polarisation, P (C/m²), en fonction du champ électrique, E (V/m). Les instruments de caractérisation actuels permettent d'extraire des paramètres simples propres à ces cycles. Les cycles sont traditionnellement décrits par une polarisation rémanente (polarisation sous champ nul), une polarisation maximale, un champ coercitif et un champ de biais.

La forme des cycles d'hystérésis est pourtant très complexe et elle est étroitement liée à l'amplitude du champ électrique appliqué au sein du matériau, au processus d'élaboration du matériau, à la présence de défauts au sein du matériau, à la fréquence de mesure, etc. De nombreuses informations sont donc occultées si l'on se limite à la détermination de quelques paramètres seulement.

Un modèle théorique a été proposé par F. Preisach, dans l'article intitulé « Über die Magnetische Nachwirkung. » *Z. Phys.* 94, 277-302 (1935), pour représenter complètement la forme du cycle d'hystérésis, via une densité de basculements, dite densité de Preisach.

La détermination expérimentale précise de cette densité de Preisach repose sur un principe mathématique divulgué notamment dans l'article intitulé « Mathematical models of hysteresis », *IEEE Trans. Magn.* MAG-22, 603-608 (1986), par Mayergoyz, I. D.

Cette détermination nécessite un très grand nombre de mesures de cycles, puis un traitement de données. A l'heure actuelle les méthodes de mesure appliquées à la détermination de cette densité de Preisach n'utilisent que peu de mesures et reposent alors sur un a priori de la forme de cette densité. On parle de méthodes analytiques.

Le matériau ferroélectrique est généralement un bon diélectrique dont le comportement petits signaux est non linéaire. Ce comportement est décrit par l'effet "papillon" de la capacité petits signaux en fonction du champ électrique de repos. Ces effets ne peuvent pas être modélisés par une densité de Preisach et doivent donc être éliminés. La polarisation, $P(E)$, doit donc être décomposée en deux effets (Equation. 1), l'un localement réversible, $P_{rev}(E)$, et l'autre, localement irréversible, $P_{irr}(E)$. Les effets localement réversibles sont accessibles par une mesure de la capacité petits signaux. Seul les effets localement irréversibles peuvent être modélisés par une densité de Preisach. La parfaite séparation de ces deux effets n'est pas envisagée par les méthodes de caractérisation actuelles.

$$P(E) = P_{rev}(E) + P_{irr}(E) \quad (1)$$

La polarisation localement irréversible représente l'état de basculements des domaines ferroélectriques, où dit autrement, la position des parois de domaines. Les déplacements de parois de domaines sont sujets à une certaine dynamique qui introduit des phénomènes transitoires complexes. Les phénomènes transitoires ne sont pas pris en compte par le modèle de Preisach et doivent donc être

éliminés. L'élimination de ces phénomènes transitoires n'est pas envisagée dans les procédés de caractérisation actuels.

Le but de l'invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de caractérisation permettant une élimination des phénomènes localement réversibles et des phénomènes transitoires dus aux déplacements de parois.

Cet objectif est atteint avec un procédé pour caractériser un matériau ferroélectrique, comprenant :

- une application d'une tension électrique sur un échantillon de ce matériau ferroélectrique,
- une mesure du courant électrique traversant cet échantillon,
- un traitement conjoint d'un signal de tension appliquée et d'un signal de courant mesuré, pour fournir des données représentatives de caractérisation de polarisation du matériau ferroélectrique.

Suivant l'invention, le procédé comprend en outre :

- un asservissement de la tension électrique appliquée, de façon à produire en superposition une première composante de courant à une première amplitude dite « grands signaux » à une première fréquence et une seconde composante de courant à une seconde amplitude dite « petits signaux » et à une seconde fréquence très supérieure à la première fréquence ; et

- une identification de caractéristiques du matériau ferroélectrique associées respectivement à des effets de polarisation localement réversibles et à des effets de polarisation localement irréversibles.

Avec la présente invention, on propose une instrumentation qui permet une parfaite extraction de la polarisation localement irréversible, ainsi qu'une

élimination des phénomènes transitoires liés à la dynamique des déplacements de parois de domaines. Une détermination expérimentale de la densité de Preisach, ne nécessitant aucun a priori, est ensuite envisageable. Cette densité de
5 Preisach expérimentale permet de caractériser le matériau ferroélectrique indépendamment de l'amplitude du champ électrique appliqué. Les influences de certains phénomènes liés à la présence de défauts peuvent être facilement observés, tels que la fatigue du matériau, ou le phénomène
10 de biais local ("local imprint").

Suivant un autre aspect de l'invention, il est proposé un dispositif de caractérisation de matériaux ferroélectriques, mettant en œuvre le procédé selon l'invention, comprenant :

15 - des moyens pour appliquer une tension alternative sur un échantillon du matériau ferroélectrique,

- des moyens pour mesurer le courant électrique traversant cet échantillon,

- des moyens pour traiter conjointement un signal de
20 tension appliquée et un signal de courant mesuré, pour fournir des données représentatives de caractérisation de polarisation du matériau ferroélectrique, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- des moyens pour asservir la tension électrique
25 appliquée, de façon à produire en superposition une première composante de courant à une première amplitude dite « grands signaux » à une première fréquence et une seconde composante de courant à une seconde amplitude dite « petits signaux » et à une seconde fréquence très supérieure à la première
30 fréquence ; et

- des moyens pour extraire à partir des données de traitement des caractéristiques du matériau ferroélectrique

associés respectivement à des effets de polarisation localement réversibles et à des effets de polarisation localement irréversibles.

5 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de mise en œuvre nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre un montage à masse virtuelle mis en œuvre, représentatif de l'art antérieur ;
- 10 - la figure 2 illustre le principe de l'asservissement de la tension aux bornes de l'échantillon et de la mesure du courant absorbé par celui-ci, mis en œuvre dans le procédé selon l'invention ;
- la figure 3 représente une mesure simultanée de la 15 capacité petits signaux, du courant absorbé par un échantillon de matériau ferroélectrique et de la tension imposée à ses bornes, obtenue avec un dispositif de caractérisation selon l'invention ;
- la figure 4 représente une évolution temporelle du 20 courant absorbé par l'échantillon et de la tension appliquée à ces bornes (présentant un palier aux extrémités) ;
- la figure 5 illustre des densités effectives de basculements des domaines tracées dans le plan (E_{\max} , E), obtenues avec un dispositif de caractérisation selon 25 l'invention ; et
- la figure 6 illustre une densité expérimentale de Preisach, en vue de dessus à gauche.

On va maintenant décrire le principe du procédé de caractérisation selon l'invention, en même temps que sa mise 30 en œuvre dans un appareil de caractérisation, en référence aux figures précitées.

Pour réaliser une caractérisation d'un matériau ferroélectrique, il est nécessaire d'assurer une parfaite maîtrise de la tension imposée aux bornes de l'échantillon, ainsi qu'une mesure du courant absorbé par celui-ci. Lorsque la chute de tension dans l'impédance interne du générateur peut être négligée, un simple montage à masse virtuelle peut être utilisé, en référence à la figure 1.

Dans le procédé de caractérisation selon l'invention, un asservissement de la tension est prévu pour permettre des niveaux élevés d'absorption de courant. Un exemple d'asservissement basé sur l'utilisation d'un amplificateur opérationnel à transconductance est présenté sur la figure 2.

Le système de mesure permet donc d'imposer une certaine tension aux bornes de l'échantillon ferroélectrique, tout en mesurant le courant absorbé par celui-ci. Ce système de mesure est le cœur de l'instrumentation mise en œuvre pour la détermination de la densité de Preisach.

Le courant mesuré au cours de cycles grands signaux et basse fréquence rend compte de tous les effets de polarisation incluant les effets réversibles et irréversibles.

Les effets localement réversibles peuvent être mesurés séparément par superposition à la tension grand signal, d'un signal sinusoïdal de très faible amplitude mais de haute fréquence. La capacité petits signaux est alors mesurée simultanément, par le biais d'une détection synchrone, en référence à la figure 3.

L'expression du courant absorbé par l'échantillon est rappelée par l'Equation. 2. Ce courant est décomposé en plusieurs effets décrits par l'Equation. 3. On reconnaît les

effets de polarisation localement irréversibles, les effets localement réversibles ainsi que les effets dus à la capacité à vide (également réversibles).

$$I(E) = S \frac{d(\varepsilon_0 E + P(E))}{dt} \quad (2)$$

5

$$I(E) = \left[S\varepsilon_0 + S \frac{dP_{rev}(E)}{dE} + S \frac{dP_{irr}(E)}{dE} \right] \frac{dE}{dt} \quad (3)$$

Le courant dépend du sens de variation du champ et, lorsque le champ est décroissant, de la dernière valeur maximale de champ atteinte, E_{max} . A partir de l'Equation 3, on déduit une expression du courant (Eq. 4) où apparaissent la capacité petits signaux, $C(E_{max}, E)$, l'épaisseur de l'échantillon, h , la surface de l'échantillon, S et la polarisation à saturation de l'échantillon, P_{sat} . La grandeur $H_{dec}(E_{max}, E)$ est appelée densité effective de basculements des domaines et représente les effets localement irréversibles.

15

$$I(E_{max}, E) = [hC(E_{max}, E) + 2P_{sat}SH_{dec}(E_{max}, E)] \frac{dE}{dt} \quad dE < 0 \quad (4)$$

20

L'Equation 4 n'intègre pas la dynamique de déplacement des parois de domaines. Cette dynamique est à l'origine de phénomènes transitoires extrêmement gênants lors d'une rupture de pente du champ électrique. Le profil du champ électrique appliqué à l'échantillon est linéaire par morceau afin de faciliter le calcul de dE/dt . Les effets transitoires aux niveaux des extrémités (lorsque le champ change de sens) sont alors éliminés par des paliers de tension, en référence à la figure 4. Ces paliers permettent d'attendre que les phénomènes transitoires liés à la

25

dynamique des parois de domaines soient terminés avant de lancer les acquisitions. Cette méthode permet quasiment d'éliminer l'influence de la fréquence de mesure sur la forme de la densité de Preisach.

5 La figure 5 montre les mesures collectées au cours d'une détermination de densités effectives de basculements des domaines suivant la méthode FORC décrite dans l'article « Mathematical models of hysteresis » précité. Ces données sont obtenues après élimination des effets transitoires et
10 soustraction des effets localement réversibles.

 La relation entre la densité de Preisach, $N(X,Y)$ et ces densités effectives de basculement des domaines est donnée par Mayergoyz (Equation 5). En référence à la figure 6, la densité de Preisach peut donc être calculée à partir
15 des données de la figure 5 collectées pour différentes valeurs de E_{max} .

$$N(E_{max}, E) = \frac{\partial H_{dec}(E_{max}, E)}{\partial E_{max}} \quad dE < 0 \quad (5)$$

20 Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour caractériser un matériau ferroélectrique, comprenant :

- une application d'une tension électrique sur un échantillon de ce matériau ferroélectrique,

- une mesure du courant électrique traversant cet échantillon,

- une mesure simultanée de la capacité petits signaux de l'échantillon,

- un traitement conjoint d'un signal de tension appliquée, d'un signal de courant mesuré et d'un signal de capacité petits signaux, pour fournir des données représentatives de caractérisation de polarisation du matériau ferroélectrique,

caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- un asservissement de la tension électrique appliquée, de façon à produire en superposition une première composante de tension à une première amplitude dite « grands signaux » à une première fréquence et présentant des paliers aux extrémités, et une seconde composante de tension à une seconde amplitude dite « petits signaux » et à une seconde fréquence très supérieure à la première fréquence ; et

- une identification de caractéristiques du matériau ferroélectrique associés respectivement à des effets de polarisation localement réversibles et à des effets de polarisation localement irréversibles.

2. Dispositif de caractérisation de matériaux ferroélectriques, mettant en œuvre le procédé selon l'invention, comprenant :

- des moyens pour appliquer une tension alternative sur un échantillon du matériau ferroélectrique,

- des moyens pour mesurer le courant électrique traversant cet échantillon,

- des moyens pour mesurer la capacité petits signaux de cet échantillon,

5 - des moyens pour traiter conjointement un signal de tension appliquée, un signal de courant mesuré et d'un signal de capacité petits signaux, des moyens pour fournir des données représentatives de caractérisation de polarisation du matériau ferroélectrique,

10 **caractérisé en ce qu'il comprend en outre :**

- des moyens pour asservir la tension électrique appliquée, de façon à produire en superposition une première composante de tension à une première amplitude dite « grands signaux » à une première fréquence et présentant des paliers
15 aux extrémités, et une seconde composante de tension à une seconde amplitude dite « petits signaux » et à une seconde fréquence très supérieure à la première fréquence ; et

- des moyens pour extraire à partir des données de traitement des caractéristiques du matériau ferroélectrique
20 associés respectivement à des effets de polarisation localement réversibles et à des effets de polarisation localement irréversibles.

3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel les moyens d'asservissement de tension comprennent un
25 amplificateur opérationnel à transconductance.

1/2

FIG.1
(art antérieur)

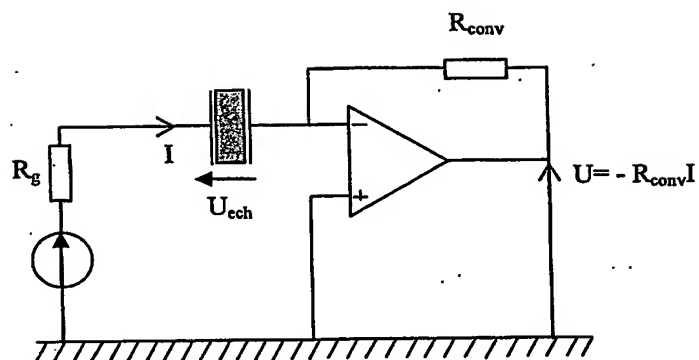


FIG.2

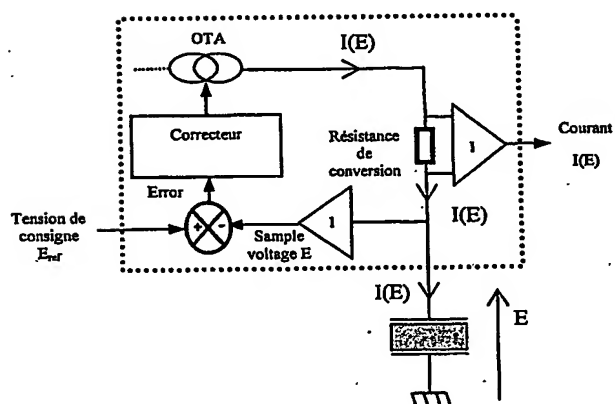
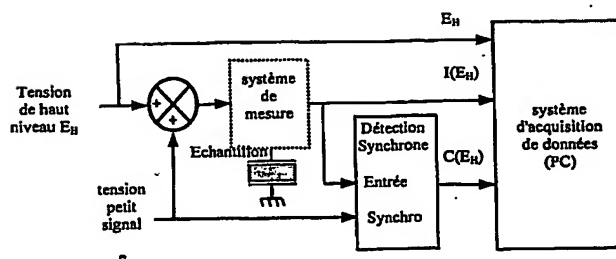


FIG.3



2/2

FIG. 4

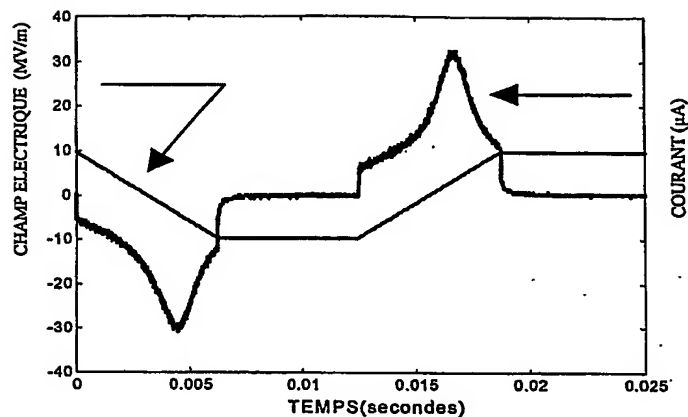


FIG. 5

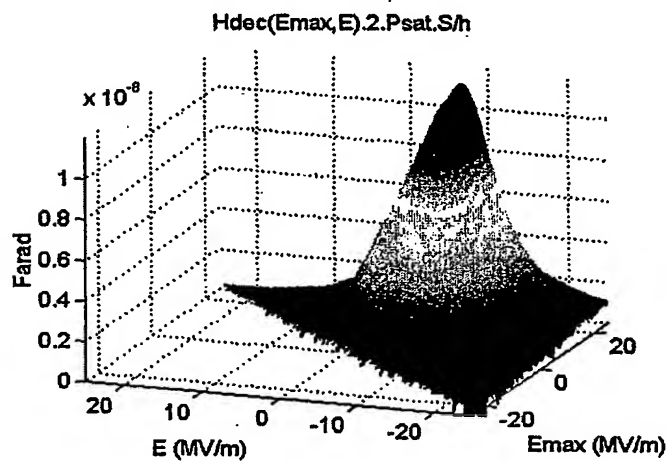
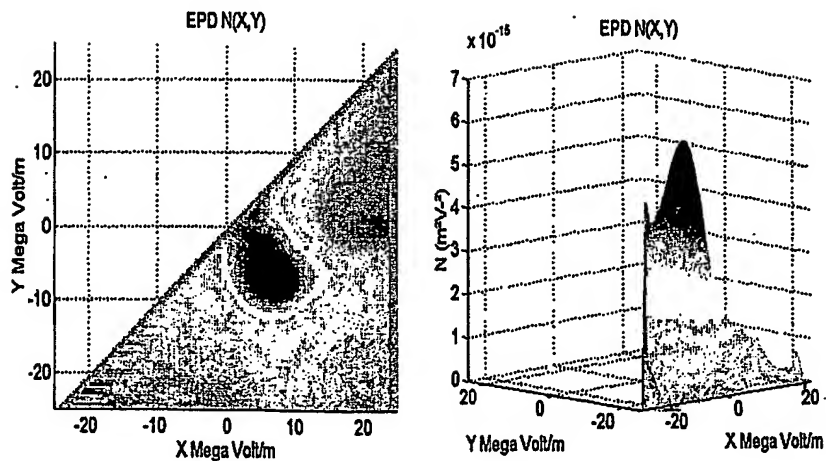


FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR 03/02729A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01R27/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 262 983 A (BRENNAN CIARAN J) 16 November 1993 (1993-11-16) claim 1 -----	1,2

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 February 2004

Date of mailing of the international search report



13/02/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Six, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In nal Application No
P FR 03/02729

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5262983	A	16-11-1993	US	5151877 A	29-09-1992
			US	5140548 A	18-08-1992
			US	5343421 A	30-08-1994
			US	5309390 A	03-05-1994
			US	5245568 A	14-09-1993
<hr/>					

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D Internationale No
P FR 03/02729

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01R27/26

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7. G01R

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 262 983 A (BRENNAN CIARAN J) 16 novembre 1993 (1993-11-16) revendication 1 -----	1,2

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"Z" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 février 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

13/02/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Six, G

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

D
P
internationale No
FR 03/02729

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5262983 A	16-11-1993	US 5151877 A	29-09-1992
		US 5140548 A	18-08-1992
		US 5343421 A	30-08-1994
		US 5309390 A	03-05-1994
		US 5245568 A	14-09-1993